

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年9月18日 (18.09.2003)

PCT

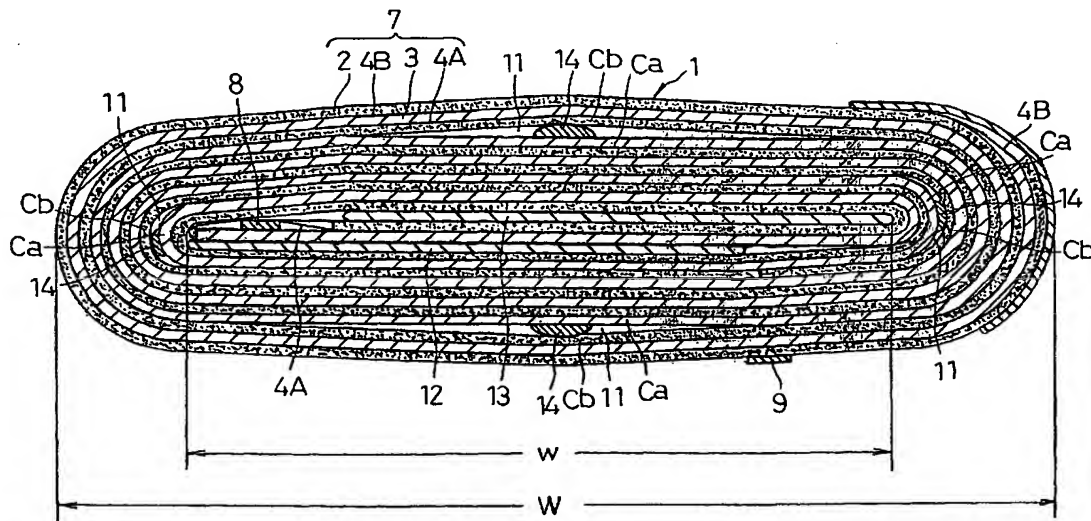
(10) 国際公開番号  
WO 03/077346 A1

- (51) 国際特許分類: H01M 10/04, 10/40 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/02878
- (22) 国際出願日: 2003年3月11日 (11.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石川 照久 (ISHIKAWA, Teruhisa) [JP/JP]; 〒571-0026 大阪府門真市北島町35-11-2 Osaka (JP). 大澤 善樹 (OSAWA, Yoshiki) [JP/JP]; 〒564-0083 大阪府吹田市朝日が丘町17-2 Osaka (JP). 船木 満 (FUNAKI, Mitsuru) [JP/JP]; 〒570-0015 大阪府守口市梶町2丁目18-9 Osaka (JP). 中口 知章 (NAKAGUCHI, Tomonori) [JP/JP]; 〒573-0051 大阪府枚方市三矢町1-12-405 Osaka (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-68153 2002年3月13日 (13.03.2002) JP  
特願2003-38090 2003年2月17日 (17.02.2003) JP

[続葉有]

(54) Title: BATTERY AND METHOD FOR MANUFACTURING SPIRAL ELECTRODE GROUP FOR USE THEREIN

(54) 発明の名称: 電池およびこれに用いる渦巻状電極群の製造方法



(57) Abstract: Assuming the thickness of an electrode laminate (7) comprising a stripe positive pole plate (2), a stripe negative pole plate (3), and a pair of separators (4A, 4B) interposed therebetween is  $t$ , the maximum diameter in the transverse section of a spiral electrode group (1, 30, 33) wound with the electrode laminate (7) is  $W$ , and a coefficient having a value of 0.005-0.05 preset based on the expansion coefficient of each active substance of the positive and negative pole plates (2, 3) is  $k$ , the spiral electrode group (1, 30, 33) is wound to satisfy a relation  $L=2t\pi+W\times k$ , where  $L$  is the difference between circumferential lengths on an inner circumferential side and on an adjacent outer circumferential side of the electrode laminate (7) thus wound.

(57) 要約: 渦巻状電極群 (1、30、33) における、帯状の正極板 (2)、負極板 (3) とこれらの間に介在させた一対のセパレータ (4A、4B) とを積層した電極積層体 (7) の厚さを  $t$  とし、電極積層体 (7) を巻回した渦巻状電極群 (1、30、33) における横断面形状の最大径を  $W$  とし、正負極板 2、3 の各々の活物質の膨張率などに基いて予め設定された 0.005~0.05 の値を有する係数を  $k$  としたとき、巻回された電極積層体 7 の互いに隣接する内周側と外周側の周長差  $L$  が、

[続葉有]



西森 順哉 (NISHIMORI, Junya) [JP/JP]; 〒569-0824 大阪府 高槻市 川添2-28-15 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(74) 代理人: 石原 勝 (ISHIHARA, Masaru); 〒530-0047 大阪府 大阪市北区 西天満3丁目1番6号 辰野西天満ビル5階 Osaka (JP).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 電池およびこれに用いる渦巻状電極群の製造方法

## 5 技術分野

本発明は、渦巻状電極群が電池ケースに収納されてなる電池およびこの電池に用いる渦巻状電極群を生産性良く好適に製造することのできる製造方法に関するものである。

## 10 背景技術

近年では、A V機器あるいはパソコンや携帯型通信機器などの電気機器のポータブル化やコードレス化が急速に促進されている。これらの電気機器の駆動用電源としては、従来においてニッケルカドミウム電池やニッケル水素電池などの水溶液系電池が主に用いられてきたが、近年において、急速充電が可能で体積エネルギー密度および重量エネルギー密度が共に高いリチウム二次電池に代表される非水電解液電池が主流になりつつある。一方、上述のニッケルカドミウム電池やニッケル水素電池は、大きな負荷特性を必要とするパワーツールや電気自動車などの駆動用電源としての用途に特化しつつある。

上記非水電解液電池では、高エネルギー密度や負荷特性に優れるとともに機器の薄型化に適し、且つスペース利用効果が高い角形とすることが促進されている。さらに、これらの電池には、ポータブル型電気機器の高性能化および高機能化が進むのに伴って、より高電圧および高容量のものが要望されている。従来において角形電池に用いられていた電極群は、短冊状の正極板および負極板をこれらの間にセパレータを介在させて積層してなる積層型のものが主流であり、電極反応面積が小さいことから、重負荷特性が不十分であり、急速充電に適さない。そこで、上述

のような要求を満たすものとして、正極板と負極板とをこれらの間にセパレータを介在させて積層した正・負極板を渦巻状に巻回してなる角形渦巻状電極群を用いて構成した非水電解液電池が広く用いられている。この角形渦巻状電極群は、縦断面形状を見たときに正、負極板が多数積層された構成になっており、大きな電極反応面積が得られる。

上記角形渦巻状電極群は、断面円形または断面楕円形状の巻芯を用いて正・負極板を渦巻状に巻回したのちに、この横断面形状が円形または楕円形状の渦巻状電極群を圧縮して角形の横断面形状とする方法で製造されていたが、この製造方法では、圧縮したときに、巻きずれや、折り曲げ部近傍で内周部に積層体同士の非密着部が発生して、電極反応が不均一になり、電池容量の低下やばらつきが発生する欠点がある。

そこで、近年では、特開平 6 - 9 6 8 0 1 号公報に開示されるような、巻回終了時に横断面形状が小判形となるように平板状の巻芯を用いて正・負極板を巻回する角形渦巻状電極群の製造方法や、特開平 8 - 1 7 1 9 1 7 号公報に開示されるような、断面ほぼ菱形状の巻芯を用いて正・負極板を巻回したのちに断面角形となるように圧縮する角形渦巻状電極群の製造方法が提案されている。また、従来の他の角形渦巻状電極群の製造方法としては、特開平 1 0 - 3 0 2 8 2 7 号公報が開示するような、正・負極板を角形の横断面形状に巻回したのちに高圧圧縮成形する手段も提案されている。

一方、円筒形電池に用いる円形渦巻状電極群では、特開昭 6 0 - 1 8 0 0 7 1 号公報に開示されるような、正・負極板を円形の横断面形状を有する渦巻状に巻回した直後にその外周面に接着テープを強く巻き付けることにより、収納すべき円筒形電池ケースの内径よりも僅かに小さい外径に保持する製造方法が提案されている。この円形渦巻状電極群は、電池ケースに収納するに際して、はさみ付け治具で外周面を挟んだ状態において接着テープとセパレータの一部とがカッターで切断され、この

状態で下部を電池ケースに挿入したのち、接着テープを除去せずに、極板の反発力で弛んだ状態で電池ケース内に挿入できる。このようにして、電極群を電池ケース内に容易に収納できるように図るとともに、短絡発生の低減を図っている。

- 5       また、円筒形電池に用いる渦巻状電極群の他の製造方法としては、特開平10-64577号公報に開示されているような、正極板の巻取の導入部の片面または両面に耐アルカリ性物質を付着させたのちに正・負極板を渦巻状に巻回することにより、セパレータの使用量を減らしてパッキング率（電池の全体嵩に対する電池中の活性を示す部分以外の部分  
10   の嵩の割合）の低減や組立性および容量の向上を図って、巻回工程時での正極板端面から発生するクラックに起因する短絡を防止することが提案されている。

- しかしながら、特開平10-64577号公報における円形渦巻状電極群では、巻き始め部分のクラック発生による短絡発生の低減を図っているが、正・負極板が或る程度厚い場合に、巻き始め部分が真円形状  
15   ではなく多角形状になってしまうから、クラックに起因する短絡が発生し易い。このような不具合の発生を防止するために、特開昭60-180071号公報における円形渦巻状電極群では、外周面に接着テープを強く巻き付けるようにしているが、接着テープ分だけ電池としてのパッキング率が小さくなって電池容量が低下するだけでなく、電池ケースに挿  
20   入する際に接着テープとセパレータの一部を切断したときに必要以上の巻き緩みが生じることから、これに起因して隣接する正、負極板の間に隙間が生じるので、電極反応が不均一となって電池容量の低下や容量ばらつきを招く。

- 25       ところで、近年の渦巻状電極群では、大きな負荷特性を必要とするパワーツールや電気自動車などの駆動用電源としての用途に用いることを目的として、正、負極板やセパレータの厚みを薄くして巻回数を多くす

ることにより、高容量化を図るようにしている。この高容量化を図るためには、特開昭60-180071号公報、および特開平10-64577号公報に記載されるような巻き緩みの存在する渦巻状電極群では達成できないので、特開平6-96801号公報、特開平8-171917号公報、および特開平10-302827号公報に記載の渦巻状電極群の製造方法のように、隣接する正・負極板がそれぞれ隙間無く密着し、且つ巻き緩みや巻きずれが生じないように巻回する必要がある。その理由は、隣接する正、負極板の間に隙間が存在すると、電極反応が不均一となって電池容量の低下や容量ばらつきを招くからである。

ところが、特開平6-96801号公報、特開平8-171917号公報、および特開平10-302827号公報記載の発明のように隣接する正・負極板の間が密着され、且つ巻き緩みが生じないように巻回した状態に固定した場合には、巻き始め部分のクラック発生を低減することができるが、以下に説明するような新たな問題が生じる。すなわち、第1の問題として、薄い隣接する正・負極板の間が密着し、且つ巻き緩みが生じないように巻回した電極群では、電池の製造時の電解液の注液工程において、電解液が正、負極板やセパレータに対し円滑に含浸し難いために、製造後の電池には、上述の電解液の液回りが悪いことに伴って充放電反応の偏在が発生し、高負荷特性が低下することである。

第2の問題は、角形渦巻状電極群が電解液と共に電池ケース内に収納されて電池として機能したときに、充放電の繰り返しに伴って正極板および負極板の活物質が膨張することに起因して、電池に使用状態の従来の角形渦巻状電極群50を示した図9のように、長手方向の両側の湾曲部分の間の直線部分に比較的大きな座屈が発生してしまうことである。

これは、正、負極板における小判形の横断面形状の直線部分が長手方向に延伸するのに対し、両側の湾曲部分は、延伸に伴って外方側へ膨らみ出ようとするのを電池ケースによって規制されることから延伸が殆ど生

じないのに加えて、隣接する正・負極板の間が密着された状態で巻き緩みが生じないように巻回された状態を保持するよう固定されているため、どうしても直線部分に座屈が生じてしまうからである。

上記座屈が発生した場合には、角形渦巻状電極群 50 における特に中央部分に比較的大きな隙間が生じて正極板と負極板とが離間するので、  
5 電極反応が不均一となって充放電によるサイクル特性が低下する。また、座屈の発生時には、セパレータが損傷を受けて、正、負極板が互いに接触してショートすることもある。さらに、座屈が発生した場合には、渦巻状電極群 50 の中央部分が座屈によって外方へ突出する状態に変形することや、電池ケースが所定寸法よりも大きく変形して異常劣化するだけでなく、電池ケースの変形によって使用機器の電池ホルダケースから電池が電氣的に外れるといった不具合が生じることもある。

さらに、円形渦巻状電極群において、正、負極板を薄型化した場合には、巻き始め部分を真円形状に巻回可能であるが、充放電の繰り返しに伴って正極板および負極板の活物質が膨張することに起因して、ニッケル水素電池に使用状態の従来の円形渦巻状電極群 60 を示した図 10 のように、横断面形状が円形の中心部分に、内方へ向け折れ込む形状となる座屈が発生してしまう。このような座屈が生じた場合には、角形渦巻状電極群 50 で説明したように、電極反応が不均一となって充放電によるサイクル特性の低下や、セパレータの損傷による正、負極板のショート  
15 といった種々の不具合が発生する。なお、上述した円形渦巻状電極群 60 の問題は、ほぼ正方形の 4 つのコーナー部がアール形状となった横断面形状を有する角丸形渦巻状電極群においても同様に生じる。

そこで、本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたもので、電解液を迅速、且つ均等に含浸させることが可能であるとともに座屈の発生をも抑制でき、さらに、正、負極板およびセパレータが隙間無く相互に密着状態となって機能する渦巻状電極群を備えた電池およびこれに用いる  
25

渦巻状電極群を好適に製造することのできる製造方法を提供することを目的とするものである。

#### 発明の開示

- 5 上記目的を達成するために、本発明に係る電池は、渦巻状電極群が電池ケース内に収納され、且つ前記電池ケース内に電解液が注入され、前記電池ケースの開口部が封口板により封口されてなるものにおいて、前記渦巻状電極群が、帯状の正極板および負極板とこれらの間に正負いずれかの極板の両面を覆うように介在させた一对のセパレータとを積層してなる電極積層体の厚さを $t$ とし、前記電極積層体を巻回してなる電極群における横断面形状の最大径を $W$ とし、前記正、負極板の各々の活物質の膨張率などに基いて予め設定された、 $0.005 \sim 0.05$ の値を有する係数を $k$ としたとき、渦巻状に巻回された電極積層体の互いに隣接する内周側と外周側の周長差 $L$ が、 $L = 2t\pi + W \times k$ となるように
- 10 設定して渦巻状に巻回されていることを特徴としている。

- この電池では、厚みの薄い電極積層体を巻回して構成された渦巻状電極群を用いる場合であっても、その渦巻状電極群に周長差 $L$ に相当する隙間または隙間分の巻き緩みが存在しているから、製造過程の注液工程において、電池ケース内に注入された電解液が電極積層体に迅速、且つ
- 20 均等に含浸するので、充放電反応の偏在を防止して高負荷特性の向上を図ることができる。また、電池として機能して充放電が数回繰り返されたときには、渦巻状電極群の正、負極板が各々の活物質の膨張などによって延伸するが、その延伸分を見込んで予め設定された隙間が渦巻状電極群に存在するから、延伸分が隙間に吸収されて、座屈が生じるのが抑
- 25 制される。

また、上記延伸長さは、それらの元の長さに応じて異なるが、この電池の渦巻状電極群では、横断面形状の最大径 $W$ に応じた隙間が設定され



ているので、各周回部分での延伸分が隙間に正確に吸収されることになる。そのため、充放電が数回繰り返されたときには、渦巻状電極群を成している電極積層体が、全体にわたり均一に相互密着する理想的な状態に移行する。したがって、この電池は、充放電が全体にわたり均一に行  
5 われて充放電によるサイクル特性が向上するとともに、電池容量の低下や容量ばらつきが生じることがない。また、渦巻状電極群は電池ケースの内周面に対し隙間が殆ど存在しない密着状態で接触するので、体積エネルギー効率が格段に向上するとともに、セパレータの損傷による正、負極板のショートといった不具合が発生することがない。さらに、電池ケ  
10 ースは、渦巻状電極群の変形や内圧の異常上昇などによって変形されるといった従来の欠点が解消されていることから、異常劣化するようなことがなく、所期の寿命が確実に確保される。

なお、渦巻状電極群の横断面形状の最大径とは、角形渦巻状電極群における長手方向の寸法であり、円形渦巻状電極群においては外形の直径  
15 であり、また角丸形渦巻状電極群においては、外形の相対向する二辺の間の距離である。

また、本発明に係る渦巻状電極群の製造方法は、帯状の正極板および負極板とこれらの間に正負いずれかの極板の両面を覆うように介在させた一対のセパレータとを積層してなる電極積層体を、巻芯の回りに渦巻  
20 状に巻回することにより、渦巻状電極群を製造するに際して、前記電極積層体の巻回工程の途中において、前記電極積層体の互いに隣接する各2つの周回部分の各間のうちの少なくとも1箇所、に、所定の寸法を有する間座を介在させて渦巻状に巻回し、前記巻回工程が終了して前記電極積層体の巻き終わり端部分を群固定部材で固定したのちに、前記巻芯お  
25 よび前記間座を抜脱することを特徴としている。

この渦巻状電極群の製造方法では、所定の隙間または巻き緩みを、間座の厚みによって設定して容易、且つ正確に設けることができることも

に、隙間を有する渦巻状電極群を、間座を介挿する工程を付設するだけで、極めて簡単に、且つ生産性良く製造することができる。

上記発明の渦巻状電極群の製造方法において、電極積層体の厚みを  $t$  とし、この電極積層体を巻回して構成すべき渦巻状電極群における横断面形状の最大径を  $W$  とし、電池として機能したときの前記正、負極板の各々の活物質の膨張率などに基づき予め設定した係数を  $k$  としたときに、互いに隣接する内周側と外周側との2つの周回部分の各々の1周分の周回長さの差  $L$  が、 $L = 2 t \pi + W \times k$  の値となるように巻回される電極群において、前記  $L$  の総和に設定できる厚さを有している間座を用いることが好ましい。

これにより、渦巻状電極群の延伸する長さが横断面形状の最大径に対応して変わるのに対応して、隙間は電極群の最大径  $W$  に対応した大きさに設定できるから、正、負極板の各々の活物質の膨張率の相違や製作すべき渦巻状電極群の外形の相違に拘わらず、電池として機能したときの正、負極板の延伸分を正確に吸収することのできる隙間を、間座の厚みによって正確に設定して設けることが可能となる。

上記係数  $k$  は、 $0.005 \sim 0.05$  の範囲内から間座の介挿数に応じて選択した値に設定することが好ましい。これにより、電池として機能したときに座屈が生じない範囲内において可及的に小さい隙間、つまり電池として機能したときに電極積層体を互いに隙間無く密着状態とできる隙間を設けることができる。これに対し、係数を  $0.005$  以下の値に設定して隙間を設けた場合には電池として機能したときに座屈が発生し、一方、係数を  $0.05$  以上の値に設定して隙間を設けた場合には、必要以上の巻き緩みが生じて、電池ケースに挿入するときに渦巻状電極群が竹の子状に変形したり、電極積層体の間に隙間が生じて効率的な放電ができなくなる結果、大電流放電が不能となる。

間座は、エッジの無いレンズ状の横断面形状を有する棒状体であるこ

とが好ましい。これにより、渦巻状電極群の巻回工程が終了したのちに間座を抜脱するときに、正、負極板の活物質の塗着面が間座によって損傷されることがない。これに対し、例えば、断面円形や角形状の間座を用いた場合には、その間座の一部が活物質層に対しほぼ点接触するので、

5 間座を抜脱するときに活物質の塗着面に筋状の傷がつくことがある。

#### 図面の簡単な説明

図 1 A～図 1 B は、本発明の第 1 の実施の形態に係る電池に用いられる渦巻状電極群を示し、図 1 A は横断面図であり、図 1 B は図 1 A の一

10 部の拡大図であり、

図 2 は、同上の渦巻状電極群における周回数と隣接する 2 つの周回部分の各々の周回長さの差との関係の一例を示すグラフ図であり、

図 3 は、同上の渦巻状電極群における周回数と隣接する 2 つの周回部分の各々の周回長さの差との関係の他例を示すグラフ図であり、

15 図 4 は、同実施の形態の渦巻状電極群の製造方法における巻回工程が終了した状態の渦巻状電極群を示す横断面図であり、

図 5 は、同上の渦巻状電極群を用いて構成した本発明の第 1 の実施の形態に係る電池を示す縦断面図であり、

図 6 は、同上の電池を示す分解斜視図であり、

20 図 7 A は、本発明の第 2 の実施の形態に係る電池に用いる渦巻状電極群の製造方法における巻回工程の終了状態での横断面図であり、図 7 B は、同渦巻状電極群を電池に使用した状態を示す横断面図であり、

図 8 A は、本発明の第 3 の実施の形態に係る電池に用いる渦巻状電極群の製造方法における巻回工程の終了状態での横断面図であり、図 8 B

25 は、同渦巻状電極群を電池に使用した状態を示す横断面図であり、

図 9 は、角形電池に使用した状態の従来の角形渦巻状電極群を示す概略横断面図であり、

図 1 0 は、円筒形電池に使用した状態の従来の円形渦巻状電極群を示す概略横断面図である。

発明を実施するための最良の形態

5 以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。図 1 A は本発明の第 1 の実施の形態に係る電池に用いる渦巻状電極群 1 を示す横断面図、図 1 B は図 1 A の一部の拡大図である。この実施の形態では、角形電池に用いる角形渦巻状電極群 1 を例示してある。この角形渦巻状電極群 1 は、帯状の正極板 2 および負極板 3 とこれらの  
10 間に介在させた一对のセパレータ 4 A、4 B とを積層してなる電極積層体 7 を渦巻状に巻回することにより、図 1 A に示すように小判形の横断面形状を有する形状に構成されている。同図には、リチウム二次電池用の角形渦巻状電極群 1 を例示しており、負極板 3 には、その巻き始め端部分に負極リード 8 が取り付けられ、正極板 2 には、その巻き終わり端  
15 部分に正極リード 9 が取り付けられている。正、負極板 2、3 の巻き終わり端部分は、この部分に貼着された群固定テープ（群固定部材）10により固定されている。

なお、図 1 A は構成を容易に理解できるように模式的に図示したものである。例えば、一对のセパレータ 4 A、4 B はそれぞれ 1 本の直線で  
20 図示してある。また、一般に、正極板 2 は、帯状の正極芯材の両面に正極活物質層が形成された形状を有し、正極芯材の一面側のみが露出した活物質層未成形部を有する場合があります。同様に、負極板 3 は、帯状の負極芯材の両面に負極活物質層が形成された形状を有し、負極芯材の一面側のみが露出した活物質層未成形部を有する場合がありますが、同図では、  
25 図示便宜上、正極板 2 および負極板 3 共に全長にわたり同一形状に図示してある。

そして、上記角形渦巻状電極群 1 の特徴とする構成は、図 1 B に示す

ように、正、負極板 2、3 と一対のセパレータ 4 A、4 B とを 1 組として積層してなる電極積層体 7 が、互いに隣接する内周側周回部分 C a と外周側周回部分 C b の間に隙間 1 1 が存在するように設定して渦巻状に巻回されていることである。但し、隙間 1 1 は、図 1 B において模式的に図示したものであって、電極積層体 7 を渦巻状に巻回するときに生じるよう設定されるが、巻回終了後には巻き緩みとなって消滅することもある。また、隙間 1 1 は、互いに隣接する各 2 つの内周側および外周側周回部分 C a、C b の各間における少なくとも 1 箇所には設けられていればよく、この点についての詳細は後述する。

- 10 上記隙間 1 1 は、この渦巻状電極群 1 を用いて構成する電池が充放電を数回繰り返したときに正、負極板 2、3 の各活物質の膨張などに起因する電極積層体 7 の延伸分を見込んだ値に設定される。その隙間 1 1 の設定について具体的に説明すると、図 1 A ~ 1 B に示すように、正、負極板 2、3 と一対のセパレータ 4 A、4 B とを 1 組として積層してなる
- 15 電極積層体 7 の厚みを  $t$  とし、巻回終了後の角形渦巻状電極群 1 の最大径を  $W$  とし、電池として機能したときの正、負極板 2、3 の各々の活物質の膨張率に対応して予め設定された係数を  $k$  としたときに、上記隙間 1 1 は、互いに隣接する内周側周回部分 C a と外周側周回部分 C b の各々の 1 周分の周回長さの差  $L$  が、 $L = 2 t \pi + (W \times k)$  になるよう
- 20 に設定して電極積層体 7 を渦巻状に巻回することによって設けられる。この角形渦巻状電極群 1 では、上述の横断面形状の最大径  $W$  が長手方向の幅となる。

- 図 9 に示す従来の渦巻状電極群 5 0 のように互いに隣接する内周側周回部分および外周側周回部分の何れの箇所においても隙間無く密着する
- 25 状態に巻回した場合には、上記差  $L$  が  $(2 t \pi)$  となるから、上記の式から明らかなように、上記隙間 1 1 は、製作すべき角形渦巻状電極群 1 の最大径  $W$  に、正、負極板 2、3 の各活物質の膨張率や芯材の材質に応

じて決定される係数  $k$  を乗算した値 ( $W \times k$ ) に設定されている。したがって、上記隙間 11 は、最大径  $W$  が大きくなるにしたがって電極積層体 7 の延伸する長さも大きくなるので、最大径  $W$  に応じた大きさに設定される。換言すると、隙間 11 は、正、負極板 2、3 の各々の活物質の膨張率の相違や製作すべき角形渦巻状電極群 1 の最大径  $W$  の相違に拘わらず、電池として機能したときの正、負極板 2、3 の延伸分を正確に吸収することのできる値に設定される。

上記係数  $k$  は、0.005 ~ 0.05 の範囲内に設定するのが好ましい。係数  $k$  を上記範囲内の値に設定した場合には、電池として機能したときに座屈が生じない範囲内において可及的に小さい隙間 11、つまり電池として機能したときに正、負極板 2、3 およびセパレータ 4A、4B を互いに隙間無く密着状態とできる。これは、電池として機能したときの種々の正、負極板 2、3 の延伸長さを実際に計測した結果において判明した。例えば、係数  $k$  を 0.005 以下の値に設定して隙間 11 を設けた場合には電池として機能したときに座屈が発生し、係数  $k$  を 0.05 以上の値に設定して隙間 11 を設けた場合には、必要以上の巻き緩みが生じて、電池ケースに挿入するときに渦巻状電極群が竹の子状に変形したり、正、負極板 2、3 およびセパレータ 4A、4B の間に隙間が生じて効率的な放電ができなくなり、その結果、大電流放電が不能となる。

上述の説明から明らかなように、上記角形渦巻状電極群 1 は、高容量化を図ることを目的として厚みの薄い正、負極板およびセパレータを巻回して構成される場合であっても、周長差  $L$  に相当する隙間 11 または隙間 11 分の巻き緩みが存在しているから、角形電池の製造過程の注液工程において、上記角形渦巻状電極群 1 を収納した電池ケース内に電解液が注入されたときに、この電解液が正、負極板 2、3 およびセパレータ 4A、4B に迅速、且つ均等に含浸するので、充放電反応の偏在を防

止して高負荷特性の向上を図れる角形電池を確実に得ることができる。

また、上記角形電池は、未使用状態時において上述のように隙間 1 1  
または巻き緩みが存在しているが、電池として機能して充放電が数回繰  
返されたときに、正、負極板 2、3 が各々の活物質の膨張などによっ  
て延伸し、この延伸分を見込んだ値に正確に設定された隙間 1 1 または  
5 巻き緩みが予め設けられていることから、座屈の発生を抑制できるだけ  
でなく、正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B が、全体にわたり  
均一に相互密着する理想的な状態に移行する。

上記隙間 1 1 は、図 2 のグラフが示すように、隣接する 2 つの各周回  
10 部分の全ての間にそれぞれ設けることが理想的であるが、このような構  
成とするのは、製造上、面倒である。しかし、隙間 1 1 は、図 3 のグラ  
フが示すように、1 箇所にも設けるだけでも上述した効果が得られる  
ことが、実測結果から判明した。1 箇所のみ隙間 1 1 を設ける場合に  
は、係数  $k$  を、 $0.005 \sim 0.05$  の範囲内における大きな値に設定  
15 することは勿論である。また、1 箇所のみ隙間 1 1 を設ける場合には、  
図 3 の場合の隣接する 2 つの周回部分の差  $[2t\pi + (W \times k)]$  が、図  
2 の場合の各周回部分間の各々の差  $[2t\pi + (W \times k)]$  の合計値とな  
る値に設定する必要があることは言うまでもない。

実測結果によると、最大径  $W$  が  $32 \text{ mm}$  の渦巻状電極群 1 では、係数  
20  $k$  を  $0.0125$  に設定した隙間 ( $32 \times 0.0125 = 0.4 \text{ mm}$ )  
を最外周の周回部分とその内周側の周回部分との間の 1 箇所に設けたこ  
とにより、正、負極板 2、3 の延伸に対して座屈の発生がなく、正、負  
極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B が全体にわたり均一に相互密着  
状態になったことが確認できた。

25 また、上述の良好な結果は、正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、  
4 B として極めて厚みの薄いものを用いて角形渦巻状電極群 1 を構成し  
た場合にも確実に得られることが確認できた。実測結果によると、厚み

が  $15\ \mu\text{m}$  のアルミニウム箔からなる芯材の両面に正極側活物質を形成した正極板 2 と、厚みが  $10\ \mu\text{m}$  の銅箔からなる芯材の両面に負極側活物質を形成した負極板 3 と、厚みが  $20 \pm 2\ \mu\text{m}$  のポリエチレン製のセパレータ 4 A、4 B とを互いに重ね合わせた電極積層体 7 を、上述の隙間 11 が存在するように設定して渦巻状に巻回することにより、短辺が  $6.3\ \text{mm}$ 、長辺が  $34\ \text{mm}$  および高さが  $50\ \text{mm}$  の角形のリチウム二次電池に用いる角形渦巻状電極群 1 を製作した。この角形渦巻状電極群 1 を用いて構成した角形電池は、注液工程において電解液が正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B に迅速、且つ均等に含浸し、電池として機能した場合にも座屈が発生しなかったことを確認した。

つぎに、上記角形渦巻状電極群 1 の製造方法について説明する。図 4 は、上述の角形渦巻状電極群 1 の製造方法を具現化した巻回工程の終了段階での角形渦巻状電極群 1 を示す横断面図であり、同図において、図 1 と同一若しくは同等のものには同一の符号を付してある。この製造方法では、先ず、帯状の正極板 2 および負極板 3 とこれらの間に介在させた一对のセパレータ 4 A、4 B とを積層してなる電極積層体 7 の巻き始め端の半周部分を、一对の平板状巻芯 12、13 で両側から挟み込んで固定したのち、一对の巻芯 12、13 をその相互配置を保持した状態で回転させて、その両巻芯 12、13 の周囲に電極積層体 7 を渦巻状に巻回していく巻回工程を開始する。

その場合、一对の巻芯 12、13 は、互いに離間する方向に所定距離だけ変位した配置として、各々の外方側の端部間の距離によって製作すべき渦巻状電極群 1 の直線部分の長さ  $w$  を設定する。この直線部分の長さ  $w$  は電極積層体 7 の周回数の相違に拘わらず常に一定である。これに対し、上述した渦巻状電極群 1 の長手方向の幅である最大径  $W$  は、直線部分の長さ  $w$  が一定であっても電極積層体 7 の周回数の相違に応じて変わる。



上記巻回工程では、電極積層体 7 の互いに隣接する各 2 つの周回部分の各間のうちの少なくとも 1 箇所所定の厚みを有する間座 1 4 を介在して渦巻状に巻回する。間座 1 4 は、これが介挿される箇所における電極積層体 7 の内周側周回部分 C a と外周側周回部分 C b との各々の 1 周分の周回長さの差  $L$  が上述した  $2 t \pi + (W \times k)$  となる厚みに設定されている。この間座 1 4 の介挿は、巻回動作を一時中断して行われる。

この実施の形態では、長手方向の中央部における相対向する 2 箇所と両側の湾曲部分の中央部における相対向する 2 箇所との計 4 箇所にそれぞれ間座 1 4 を介挿して、隙間 1 1 を 4 箇所に設けた場合を例示してある。隙間 1 1 は、上述したように、何れかの箇所に少なくとも 1 個設ければ足りるが、その設ける箇所は、上述した長手方向の中央部または湾曲部分の中央部の何れかに設ければ、電極積層体 7 を巻きずれの発生を効果的に抑制しながら渦巻状に巻回し易いことから、好ましい。

巻回工程が終了したならば、電極積層体 7 の巻き終わり端部分に群固定テープ 1 0 を貼着して、巻回終了状態に固定する。続いて、巻芯 1 2、1 3 および各間座 1 4 をそれぞれ抜脱する。この巻回工程が終了して得られた角形渦巻状電極群 1 は、横断面形状が小判形の厚み方向に加圧するプレス加工が行われて、直線部分に存在している隙間 1 1 がプレス工程による押圧によって湾曲部分に移行される結果、隙間 1 1 はプレス加工終了時に必ず湾曲部分に設けられることになる。したがって、電池として機能したときに、充放電により直線部分において延伸した長さ分は湾曲部分の隙間に効果的に吸収されて、座屈が生じようとするのが効果的に防止される。

上記製造方法では、図 1 A ~ 1 B に示した角形渦巻状電極群 1 に存在する所定の隙間 1 1 または巻き緩みを、間座 1 4 の厚みに基づき設定して容易、且つ正確に設けることができるとともに、間座 1 4 を介挿する簡単な工程を付設するだけで、図 1 A ~ 1 B に示した角形渦巻状電極群

1 を極めて簡単、且つ生産性良く製造することができる。

また、間座 14 としては、図 4 に明示するように、エッジの無いレンズ状の横断面形状を有する棒状体を用いているので、角形渦巻状電極群 1 の巻回工程が終了したのちに間座 14 を抜脱するときに、正、負極板 2、3 の活物質の塗着面が間座 14 によって損傷されることがない。これに対し、例えば、断面円形や角形状の間座を用いた場合には、その間座の一部が活物質層に対しほぼ点接触するので、間座を抜脱するときに活物質の塗着面に筋状の傷がつくことがある。

図 5 は、上記渦巻状電極群 1 を用いて構成した本発明の第 1 の実施の形態に係る角形電池を示す縦断面図、図 6 はその角形電池の分解斜視図である。この角形電池は、小判形の横断面形状を有する有底角筒状の電池ケース 17 内に、上述のようにして製造された角形渦巻状電極群 1 が収納され、その電池ケース 17 の開口部が封口板 18 によって封口されている。すなわち、上記封口板 18 を支持する枠体 19 は、電池ケース 17 の開口部近傍箇所に嵌着され、封口板 18 は枠体 19 上に載置した状態で電池ケース 17 の開口周縁部に溶接されて、電池ケース 17 の開口部を封口している。

上記封口板 18 の中央部の凹所 20 には上部絶縁ガスケット 21 が嵌め入れられており、ニッケルめっきされた鉄製のリベットからなる負極ターミナル 22 は、上部絶縁ガスケット 21 を介在して封口板 18 に対し電気絶縁された状態で上部絶縁ガスケット 21 および封口板 18 の各々の挿通孔に挿通されている。この負極ターミナル 22 における上部絶縁ガスケット 21 および封口板 18 を挿通した下部は、さらに下部絶縁ガスケット 23 および負極端子板 24 の各々の取付孔にそれぞれ挿通されたのち、下端部をかしめ加工されている。これにより、負極端子板 24 は、下部絶縁ガスケット 23 を介して封口板 18 に対し電気絶縁され、且つ上記負極ターミナル 22 のかしめ加工部を介して負極ターミナ

ル 2 2 に電気接続状態に取り付けられている。角形渦巻状電極群 1 から導出された負極リード 8 および正極リード 9 は、それぞれ枠体 1 9 の挿通孔 1 9 a、1 9 b に挿通され、正極リード 9 の先端部は封口板 1 8 に、負極リード 8 の先端部は負極端子板 2 4 にそれぞれ溶接されている。

- 5 組み立てに際して、封口板 1 8 は、負極ターミナル 2 2 によって上部絶縁ガスケット 2 1、下部絶縁ガスケット 2 3 および負極端子板 2 4 が取り付けられたのちに、電池ケース 1 7 の開口部に嵌入して溶接される。そののち、電池ケース 1 7 内には、封口板 1 8 の注液孔 1 8 a を通じて電解液（図示せず）が注入される。この電池ケース 1 7 内に注入された
- 10 電解液は、角形渦巻状電極群 1 に周長差 L に相当する隙間 1 1 または隙間 1 1 分の巻き緩みが存在していることから、正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B に迅速、且つ均等に含浸していく。注液孔 1 8 a は、電解液の注入後に封栓 2 7 で閉塞される。

- また、封口板 1 8 には、注液孔 1 8 a とは反対側の箇所に安全弁用孔部 1 8 b が形成されており、この安全弁用孔部 1 8 b は、封口板 1 8 の
- 15 下面にクラッド工法で取り付けられたアルミニウム薄膜 2 8 で閉塞されている。このアルミニウム薄膜 2 8 における安全弁用孔部 1 8 b を塞いでいる部分は、電池内圧の上昇時に破断してガスを外部に放出するための安全弁 2 8 A を構成している。一方、電池ケース 1 7 の底壁下面には、
- 20 正極ターミナル 2 9 が溶接されている。したがって、この角形電池は、電池ケース 1 7 が正極で、リベットからなる負極ターミナル 2 2 が負極となる。

- この角形電池は、電池としての未使用状態時において、渦巻状電極群 1 における両側のうちの少なくとも一方の湾曲部分に隙間 1 1 または巻き緩みが存在しているが、電池として機能して充放電が数回繰り返されたときに、角形渦巻状電極群 1 の正、負極板 2、3 が各々の活物質の膨張などによって延伸する。しかし、上記角形渦巻状電極群 1 は、正、負
- 25

極板 2、3 の延伸分を見込んで正確に設定された隙間 1.1 または巻き緩みが予め設けられているから、正、負極板 2、3 における直線部分の延伸した長さ分が湾曲部分の隙間 1.1 を解消するように効果的に吸収されるので、座屈が生じないだけでなく、正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B が、全体にわたり均一に相互密着する理想的な状態に移行する。

そのため、上記角形電池は、使用開始後において角形渦巻状電極群 1 に座屈が発生しないだけでなく、正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B が、全体にわたり均一に相互密着する状態となることから、角形渦巻状電極群 1 の全体において充放電が均一に行われるので、充放電によるサイクル特性が向上するとともに、電池容量の低下や容量ばらつきが生じることがない。

また、上記角形渦巻状電極群 1 は、座屈が生じないことから、電池ケース 17 の内周面に対し隙間が殆ど存在しない状態で接触するので、体積エネルギー効率が格段に向上するとともに、セパレータの損傷による正、負極板 2、3 のショートやガス吸収の不均一といった不具合が発生することがない。一方、電池ケース 17 は、角形渦巻状電極群 1 の変形や内圧の異常上昇などに起因して変形するといった従来の欠点が解消されていることから、異常劣化するようなことがなく、所期の寿命が確実に確保される。

図 7 A は本発明の第 2 の実施の形態に係る電池に用いる渦巻状電極群 30 の製造方法における巻回工程の終了状態での横断面図、図 7 B はその渦巻状電極群 30 の電池に使用状態の横断面図である。この実施の形態では、円筒形電池に用いる円形の横断面形状を有する円形渦巻状電極群 30 を例示してあり、図 7 A ~ 7 B において、図 1 A ~ 1 B および図 4 に相当するものに同一の符号を付してある。また、図 7 A ~ 7 B では、図 1 A ~ 1 B および図 4 と同様に、構成を容易に理解できるように模式

的に図示してある。

この円形渦巻状電極群 30 の製造に際しては、先ず、帯状の正極板 2 および負極板 3 とこれらの間に介在させた一对のセパレータ 4 A、4 B とを積層してなる電極積層体 7 の巻き始め端の半周部分を、一对の断面  
5 ほぼ半円形状の巻芯 31、32 で両側から挟み込んで固定したのち、一对の巻芯 31、32 をその相互配置を保持した状態で回転させて、その両巻芯 31、32 の周囲に電極積層体 7 を渦巻状に巻回していく巻回工程を開始する。

上記巻回工程では、電極積層体 7 の互いに隣接する各 2 つの周回部分  
10 の各間のうちの少なくとも 1 箇所所定の厚みを有する間座 14 を介在して渦巻状に巻回する。間座 14 は、第 1 の実施の形態と同様に、これが介挿される箇所における電極積層体 7 の内周側周回部分と外周側周回部分との各々の 1 周分の周回長さの差  $L$  が上述した  $2t + \pi + (W \times k)$  となる厚みに設定されている。第 1 の実施の形態と同様に、この式にお  
15 ける  $t$  は電極積層体 7 の厚み、 $k$  は係数、 $W$  は最大径である。但し、最大径  $W$  は、図 7 B に明示するように、円形渦巻状電極群 30 における外形の直径となる。この実施の形態では、径方向で相対向する 2 箇所にそれぞれ間座 14 を介挿した場合を例示してある。巻回工程が終了したならば、電極積層体 7 の巻き終わり端部分に群固定テープ（群固定部材）  
20 10 を貼着して、巻回終了状態に固定する。続いて、巻芯 31、32 および各間座 14 をそれぞれ抜脱すると、図 7 B に示す所要の円形渦巻状電極群 30 を得ることができる。

この製造方法では、第 1 の実施の形態と同様に、間座 14 を介挿する簡単な工程を付設するだけで、所要の隙間または巻き緩みを有する円形  
25 渦巻状電極群 30 を極めて簡単、且つ生産性良く製造することができる。また、間座 14 としては、図 7 B に明示するように、エッジの無いレンズ状の横断面形状を有する棒状体を用いているので、円形渦巻状電極群

30の巻回工程が終了したのちに間座14を抜脱するときに、正、負極板2、3の活物質の塗着面が間座14によって損傷されることがない。

上記円形渦巻状電極群30は、高容量化を図ることを目的として厚みの薄い正、負極板2、3およびセパレータ4A、4Bを巻回して構成される場合であっても、間座14の厚みつまり上述の周長差Lに相当する隙間または隙間分の巻き緩みが存在しているから、円筒形電池の製造過程の注液工程において、上記円形渦巻状電極群30を収納した電池ケース内に電解液が注入されたときに、この電解液が正、負極板2、3およびセパレータ4A、4Bに迅速、且つ均等に含浸するので、充放電反応の偏在を防止して高負荷特性の向上を図れる円筒形電池を確実に得ることができる。

また、上記円筒形電池は、未使用状態時において上述のように隙間または巻き緩みが存在しているが、電池として機能して充放電が数回繰り返されたときに、正、負極板2、3が各々の活物質の膨張などによって延伸し、この延伸分を見込んだ値に正確に設定された隙間または巻き緩みが予め設けられていることから、図7Bに示すように、座屈の発生を抑制できるだけでなく、正、負極板2、3およびセパレータ4A、4Bが、全体にわたり均一に相互密着する理想的な状態に移行する。

上記円筒形電池は、使用開始後において円形渦巻状電極群30に座屈が発生しないだけでなく、正、負極板2、3およびセパレータ4A、4Bが、全体にわたり均一に相互密着する状態となることから、円形渦巻状電極群30の全体において充放電が均一に行われるので、充放電によるサイクル特性が向上するとともに、電池容量の低下や容量ばらつきが生じることがない。

上述の良好な結果は、正、負極板2、3およびセパレータ4A、4Bとして極めて厚みの薄いものを用いて円形渦巻状電極群30を構成した場合にも確実に得られることが確認できた。実測結果によると、厚みが

1 7 8  $\mu\text{m}$ の正極板 2 と、厚みが 2 0 6  $\mu\text{m}$ の負極板 3 と、厚みが 5 9 .  
5  $\pm 0 . 5 \mu\text{m}$ のセパレータ 4 A、4 B とを互いに重ね合わせた電極積  
層体 7 を、上述の隙間が存在するように設定して渦巻状に巻回することによ  
り、円筒形のニッケル水素電池に用いる円形渦巻状電極群 3 0 を製作  
5 した。この角形渦巻状電極群 3 0 を用いて構成した円筒形電池は、注液  
工程において電解液が正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B に  
迅速、且つ均等に含浸し、電池として機能した場合にも座屈が発生しな  
かったことを確認した。

図 8 A は本発明の第 3 の実施の形態に係る電池に用いる渦巻状電極群  
10 3 3 の製造方法における巻回工程の終了状態での横断面図、図 8 B はそ  
の渦巻状電極群 3 3 の電池に使用状態の横断面図である。この実施の形  
態では、ほぼ正方形の 4 つのコーナー部分がアール形状となった角丸形電  
池に用いる角丸形渦巻状電極群 3 3 を例示してあり、図 8 A ~ 8 B にお  
いて、図 1 A ~ 1 B および図 4 に相当するものに同一の符号を付してあ  
15 る。また、図 8 A ~ 8 B では、図 1 A ~ 1 B および図 4 と同様に、構成  
を容易に理解できるように模式的に図示してある。

この角丸形渦巻状電極群 3 3 の製造に際しては、先ず、帯状の正極板  
2 および負極板 3 とこれらの間に介在させた一对のセパレータ 4 A、4  
B とを積層してなる電極積層体 7 の巻き始め端の半周部分を、一組の巻  
20 芯 3 4、3 7 で両側から挟み込んで固定したのち、一对の巻芯 3 4、3  
7 をその相互配置を保持した状態で回転させて、その両巻芯 3 4、3 7  
の周囲に電極積層体 7 を渦巻状に巻回していく巻回工程を開始する。

上記巻回工程では、電極積層体 7 の互いに隣接する各 2 つの周回部分  
の各間のうちの少なくとも 1 箇所所定の厚みを有する間座 1 4 を介在  
25 して渦巻状に巻回する。間座 1 4 は、第 1 の実施の形態と同様に、これ  
が介挿される箇所における電極積層体 7 の内周側周回部分と外周側周回  
部分との各々の 1 周分の周回長さの差  $L$  が第 1 の実施の形態と同様の 2

5  $t \pi + (W \times k)$  となる厚みに設定されている。第 1 の実施の形態と同様に、この式における  $t$  は電極積層体 7 の厚み、 $k$  は係数、 $W$  は最大径である。但し、最大径  $W$  は、図 8 B に明示するように、角丸形渦巻状電極群 3 3 における外形の相対向する二辺の間の距離となる。この実施の形態では、中央部をはさんで相対向する 2 箇所それぞれ間座 1 4 を介挿した場合を例示してある。巻回工程が終了したならば、電極積層体 7 の巻き終わり端部分に群固定テープ（群固定部材）10 を貼着して、巻回終了状態に固定する。続いて、巻芯 3 4、3 7 および各間座 1 4 をそれぞれ抜脱すると、図 8 B に示す所要の角丸形渦巻状電極群 3 3 を得ることができる。

この製造方法では、第 1 の実施の形態と同様に、間座 1 4 を介挿する簡単な工程を付設するだけで、所要の隙間または巻き緩みを有する角丸形渦巻状電極群 3 3 を極めて簡単、且つ生産性良く製造することができる。また、間座 1 4 としては、図 8 B に明示するように、エッジの無い  
15 レンズ状の横断面形状を有する棒状体を用いているので、角丸形渦巻状電極群 3 3 の巻回工程が終了したのちに間座 1 4 を抜脱するときに、正、負極板 2、3 の活物質の塗着面が間座 1 4 によって損傷されることがない。

上記角丸形渦巻状電極群 3 3 は、高容量化を図ることを目的として厚  
20 みの薄い正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B を巻回して構成される場合であっても、間座 1 4 の厚みつまり上述の周長差  $L$  に相当する隙間または隙間分の巻き緩みが存在しているから、角丸形電池の製造過程の注液工程において、上記角丸形渦巻状電極群 3 3 を収納した電池ケース内に電解液が注入されたときに、この電解液が正、負極板 2、3  
25 およびセパレータ 4 A、4 B に迅速、且つ均等に含浸するので、充放電反応の偏在を防止して高負荷特性の向上を図れる角丸形電池を確実に得ることができる。



また、上記角丸型電池は、未使用状態時において上述のように隙間または巻き緩みが存在しているが、電池として機能して充放電が数回繰り返されたときに、正、負極板 2、3 が各々の活物質の膨張などによって延伸し、この延伸分を見込んだ値に正確に設定された隙間または巻き緩みが予め設けられていることから、図 8 B に示すように、座屈の発生を抑制できるだけでなく、正、負極板 2、3 およびセパレータ 4 A、4 B が、全体にわたり均一に相互密着する理想的な状態に移行する。

#### 産業上の利用可能性

10 本発明の電池によれば、渦巻状電極群に隙間または隙間分の巻き緩みが存在していることから、正、負極板およびセパレータ間に電解液が迅速、且つ均等に含浸するので、充放電反応の偏在を防止して高負荷特性の向上を図ることに適しているとともに、充放電が数回繰り返されたときの延伸分が前記隙間により吸収されるので、電極群の座屈を抑制することにも適している。

また、本発明の電池によれば、渦巻状電極群の各周回部分での延伸分が、渦巻状電極群の隙間に正確に吸収されて充放電が数回繰り返されることにより、正、負極板およびセパレータが全体にわたり均一に相互密着する理想的な状態となることから、充放電が全体にわたって均一に行われることによる充放電によるサイクル特性の向上を図ることと、電池容量の低下や容量ばらつきの発生を防止することに適している。併せて、本発明の電池によれば、渦巻状電極群が電池ケースの内周面に対し隙間が殆ど存在しない密着状態で接触することから、体積エネルギー効率を格段に向上させるうえで有用であるとともに、セパレータの損傷による正、負極板のショートといった不具合の発生を防止することにも適している。

さらに、本発明の電池によれば、渦巻状電極群の変形や内圧の異常上昇などによる電池ケースの変形といった問題が解消されることから、電

池の異常劣化を防いで、電池の所期の寿命を確実に確保することに適している。

- また、本発明の電池に用いる渦巻状電極群の製造方法によれば、所定の隙間または巻き緩みを、間座の厚みによって容易、且つ正確に設けることができることから、間座を介挿する工程を付設するだけで、隙間を有する渦巻状電極群を極めて簡単、且つ生産性良く製造することに適している。
- 5

## 請 求 の 範 囲

1. 渦巻状電極群（1、30、33）が電池ケース（17）内に収納され、且つ前記電池ケース（17）内に電解液が注入され、前記電池ケース（17）の開口部が封口板（18）により封口されてなる電池において、

前記渦巻状電極群（1、30、33）における、帯状の正極板（2）および負極板（3）とこれらの間に正負いずれかの極板の両面を覆うように介在させた一对のセパレータ（4A、4B）とを積層してなる電極積層体（7）の厚さを $t$ とし、前記電極積層体（7）を巻回してなる電極群（1、30、33）における横断面形状の最大径を $W$ とし、前記正、負極板（2、3）の各々の活物質の膨張率などに基づいて予め設定された、 $0.005 \sim 0.05$ の値を有する係数を $k$ としたとき、渦巻状に巻回された電極積層体（7）の互いに隣接する内周側と外周側の周長差 $L$ が、 $L = 2 t \pi + W \times k$ となるように設定されていることを特徴とする電池。

2. 帯状の正極板（2）および負極板（3）とこれらの間に正負いずれかの極板の両面を覆うように介在させた一对のセパレータ（4A、4B）とを積層してなる電極積層体（7）を、巻芯（12、13、31、32、34、37）の回りに渦巻状に巻回することにより、渦巻状電極群（1、30、33）を製造するに際して、

前記電極積層体（7）の巻回工程の途中において、前記電極積層体（7）の互いに隣接する各2つの周回部分（Ca、Cb）の各間のうちの少なくとも1箇所に、所定の寸法を有する間座（14）を介在させて渦巻状に巻回し、

前記巻回工程が終了して前記電極積層体（7）の巻き終わり端部分を

群固定部材（１０）で固定したのちに、前記巻芯（１２、１３、３１、３２、３４、３７）および前記間座（１４）を抜脱することを特徴とする渦巻状電極群の製造方法。

5            ３． 電極積層体（７）の厚みを $t$ とし、この電極積層体（７）を巻回して構成すべき渦巻状電極群（１、３０、３３）における横断面形状の最大径を $W$ とし、電池として機能したときの前記正、負極板（２、３）の各々の活物質の膨張率などに基づき予め設定した係数を $k$ としたときに、互いに隣接する内周側と外周側との２つの周回部分（ $C_a$ 、 $C_b$ ）の各々の１周分の周回長さの差 $L$ が、 $L = 2 t \pi + W \times k$ の値となるように巻回される電極群（１、３０、３３）において、前記 $L$ の総和に設定できる厚さを有している間座（１４）を用いるようにした請求の範囲第２項に記載の渦巻状電極群の製造方法。

15           ４． 係数 $k$ を、 $0.005 \sim 0.05$ の範囲内から間座（１４）の介挿数に応じて選択した値に設定するようにした請求の範囲第３項に記載の渦巻状電極群の製造方法。

20           ５． 間座（１４）は、エッジの無いレンズ状の横断面形状を有する棒状体である請求の範囲第２または第４項のうちいずれか１項に記載の渦巻状電極群の製造方法。

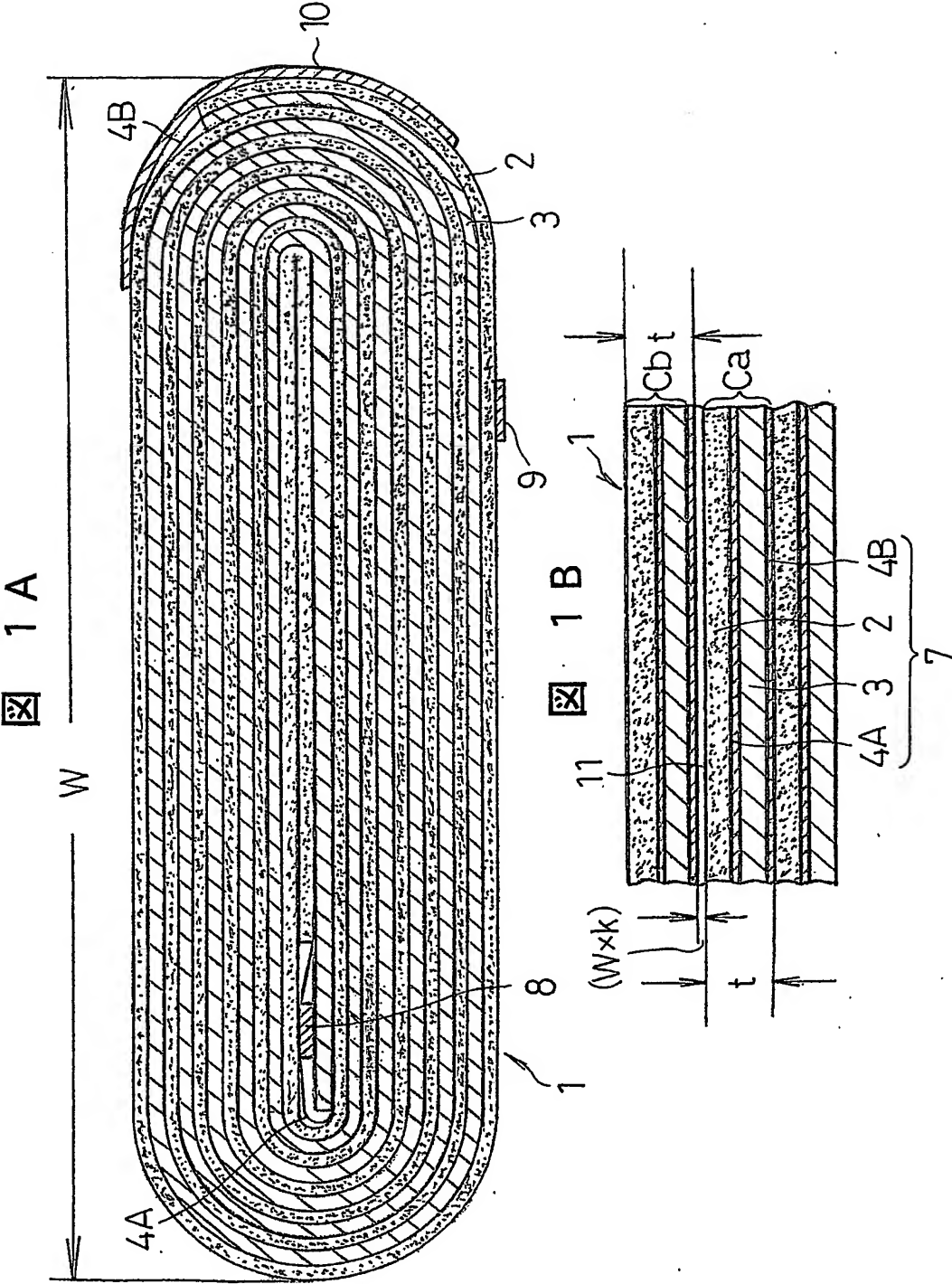


図 2

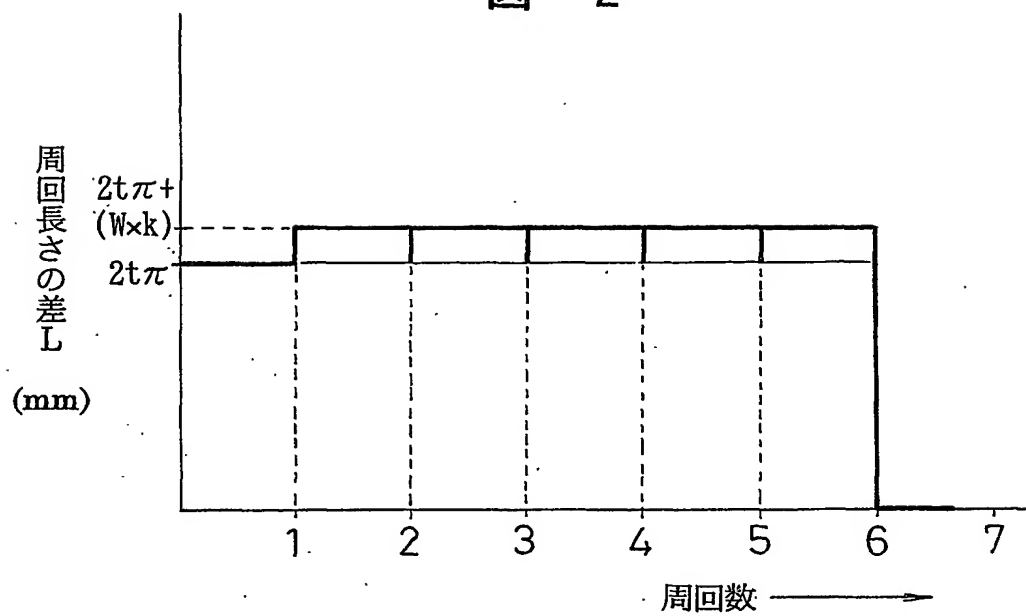
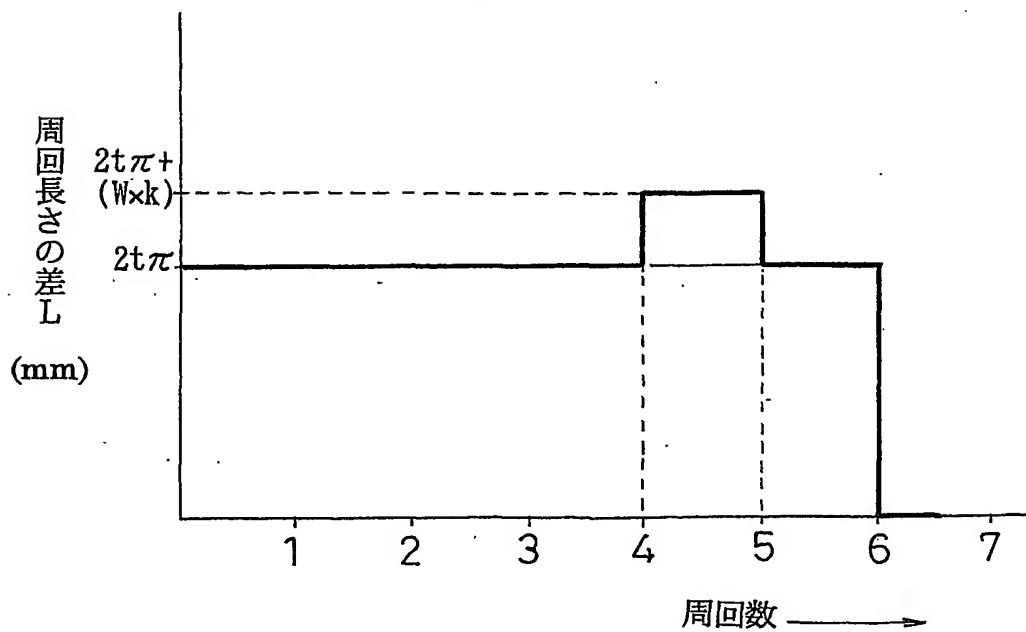


図 3



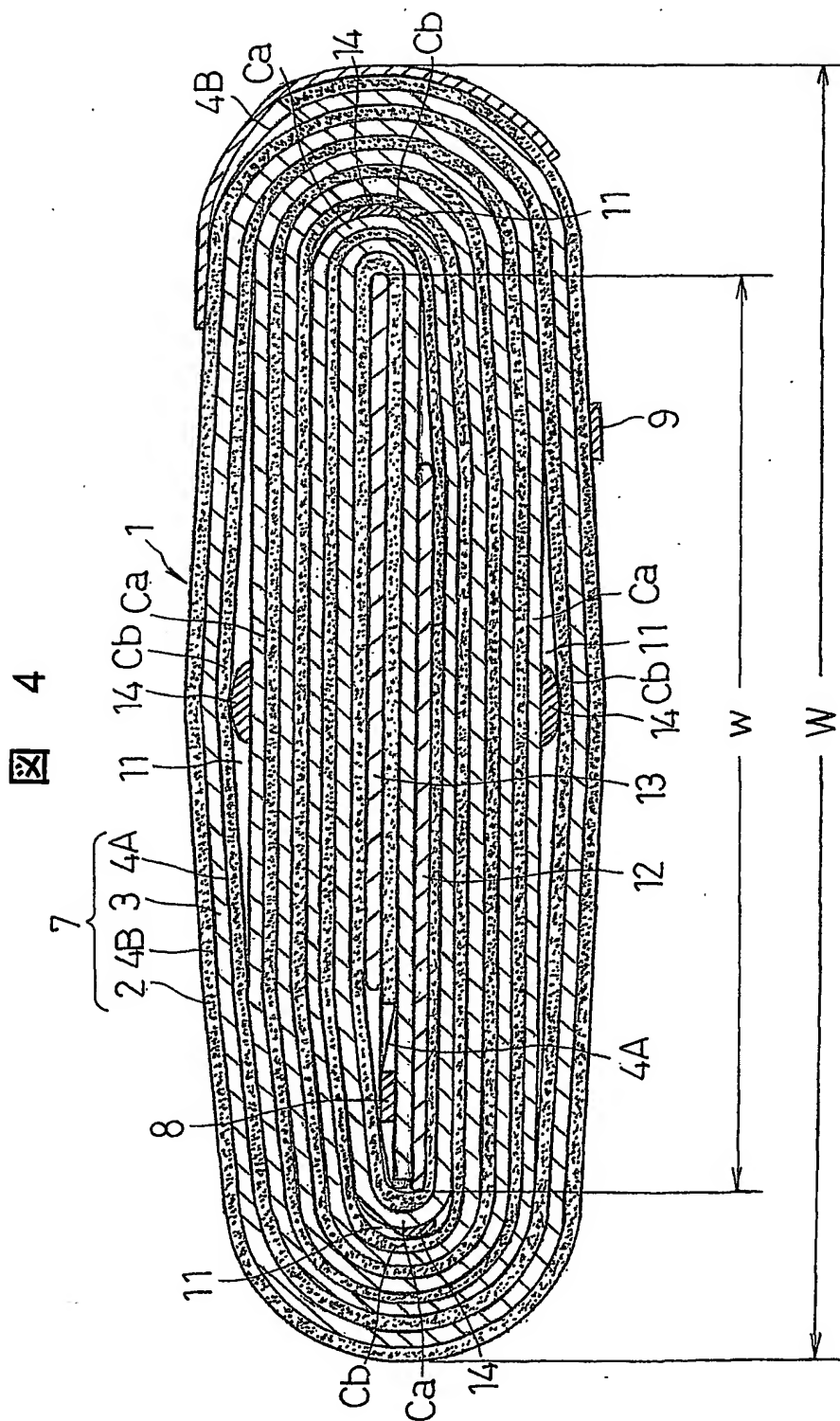


図 5

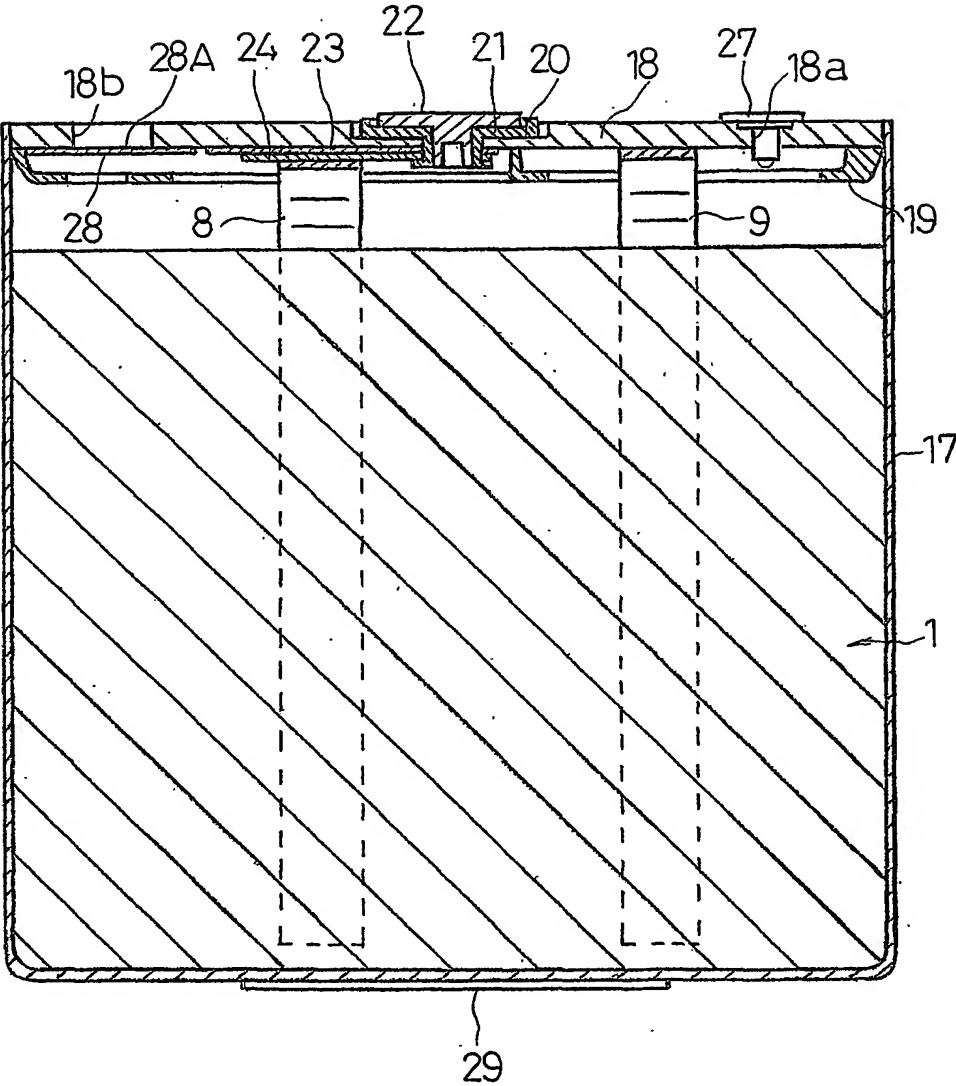




図 6

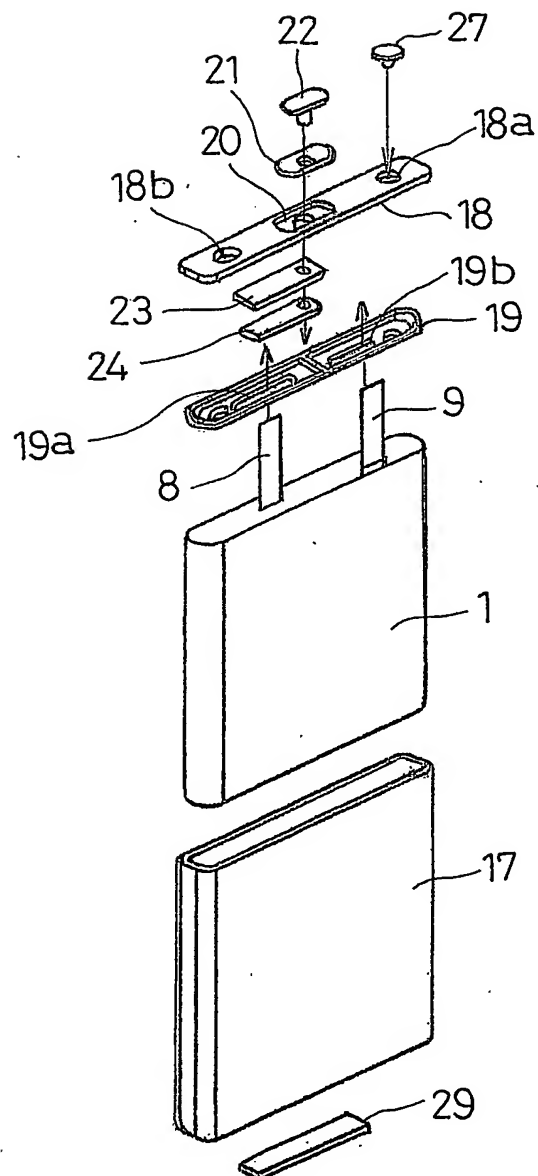


図 7 A

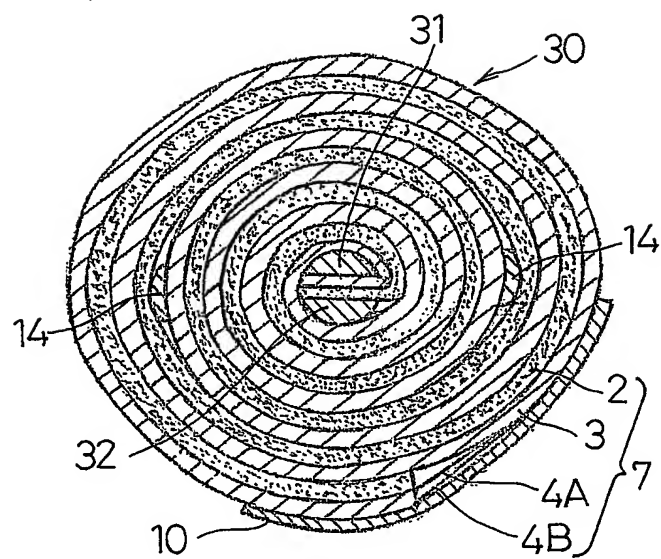


図 7 B

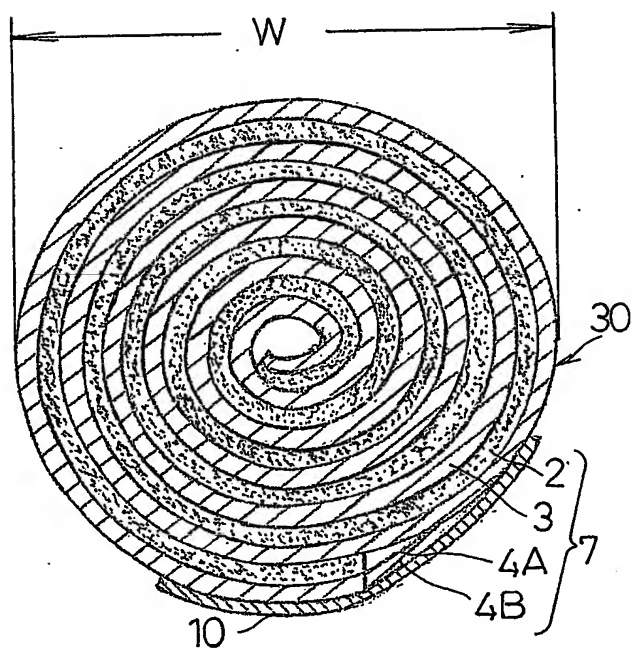


図 8 A

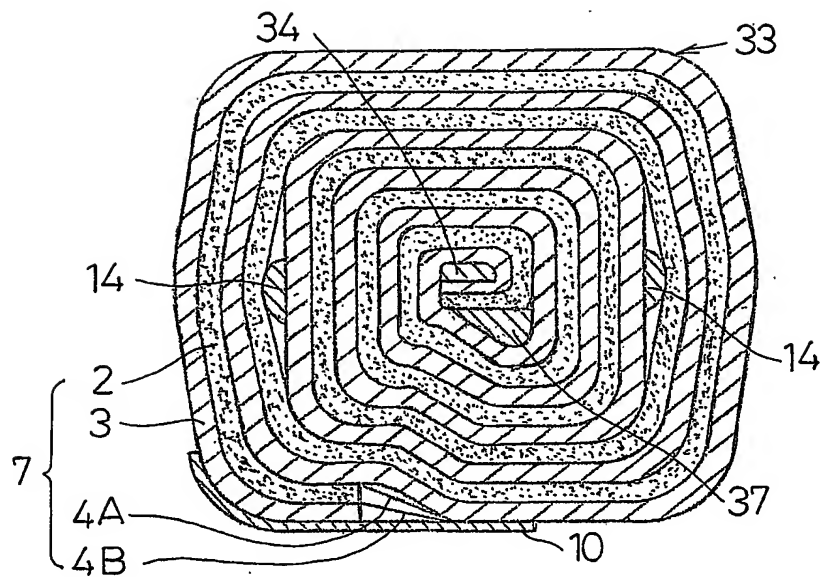


図 8 B

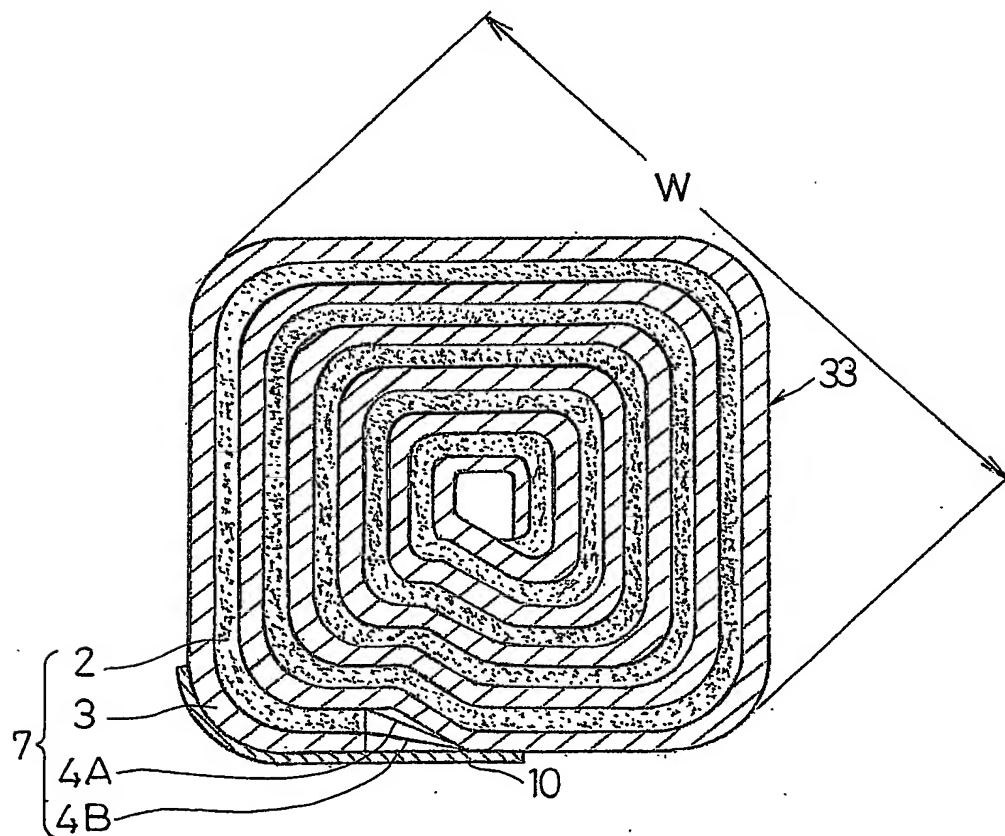


図 9

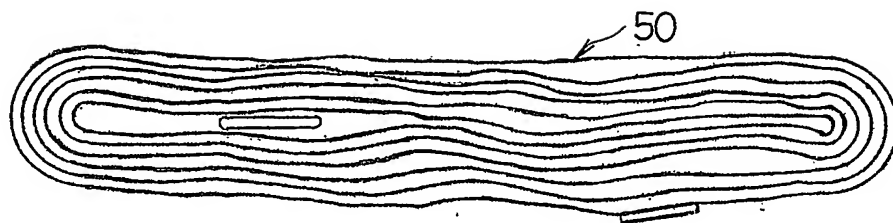
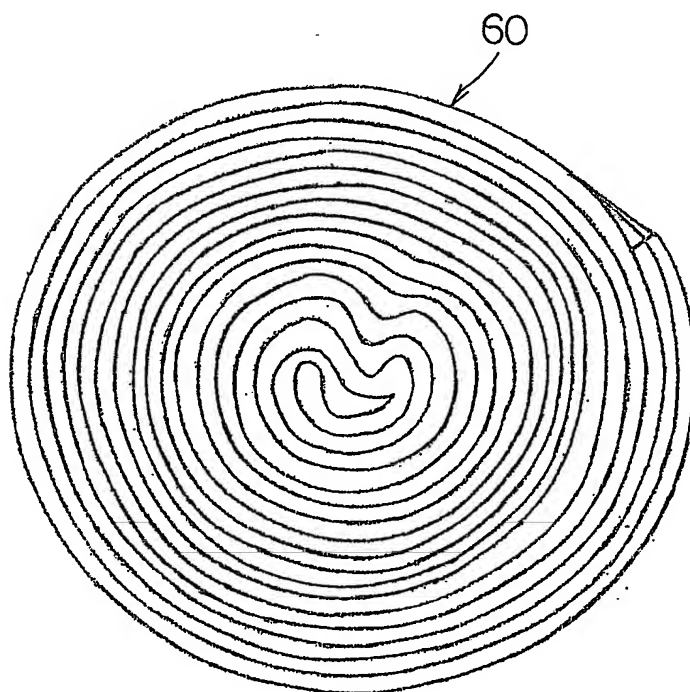


図 10



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/02878

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01M10/04, 10/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01M10/04, 10/28, 10/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-121044 A (Nitto Denko Corp.), 30 April, 1999 (30.04.99), (Family: none)	1-5
A	JP 2001-283894 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 October, 2001 (12.10.01), (Family: none)	1-5
A	EP 1102342 A2 (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY), 23 May, 2001 (23.05.01), & US 6509114 B1 & JP 2001-143762 A	1-5
A	JP 07-134984 A (Sony Corp.), 23 May, 1995 (23.05.95), (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
09 May, 2003 (09.05.03)

Date of mailing of the international search report  
20 May, 2003 (20.05.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/02878

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 09-283178 A (Sony Corp.), 31 October, 1997 (31.10.97), (Family: none)	1-5

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01M 10/04, 10/40

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01M 10/04, 10/28, 10/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-121044 A (日東電工株式会社) 1999. 04. 30 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2001-283894 A (三洋電機株式会社) 2001. 10. 12 (ファミリーなし)	1-5
A	EP 1102342 A2 (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 2001. 05. 23 & US 6509114 B1 & JP 2001-143762 A	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 05. 03

国際調査報告の発送日

20.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

諸岡 健一



4K

9352

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

[illegible]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**